

A tápanyagutánpótlás különböző módjainak hatása a talaj néhány mikrobiológiai tulajdonságára

Tállai Magdolna – Sándor Zsolt – Vágó Imre – Kátai János
Debreceni Egyetem Agrár és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Agrokémiai és Talajtani Tanszék, Debrecen
tallaim@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletünk során vizsgáltuk egy bio-trágya, a Bactofil® A10 (a szántóföldi felhasználás félszeres, és egyszeres dózisának), illetve egy $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tartalmú műtrágya különböző dózisainak ($20\text{--}40\text{ mg kg}^{-1}$) hatását - alapkezelések mellett – két különböző (mészlepedékes csernozjom, humuszos homok) talajtípuson 2005-2006-ban, majd e kísérletet kiegészítettük 2007-ben ugyanezen kezelések 2,5-szeres dóziséval alkalmazva ($100\text{ mg kg}^{-1}\text{ N}$, Bactofil® A10 szántóföldi felhasználásának 2,5-szeres dózisa) valamint tanulmányoztuk ezen kívül egy városi szennyvíziszap alapú komposzt (25 g kg^{-1} komposzt) hatását ugyanezen két talajtípuson. A kísérlet során néhány talajmikrobiológiai paramétert vizsgáltunk. A kísérlet beállítására a DE MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék tenyészházában került sor, egy kg-os edényeket alkalmazva.

Laboratóriumi vizsgálatainkat a DE AMTC MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék talajmikrobiológiai laboratóriumában végeztük, melynek során meghatároztuk az összes csíraszámot, a mikroszkopikus gombák mennyiségét, a nitrifikáló, valamint az aerob cellulózbontó baktériumok számát, a talaj CO_2 -termelését, biamassa-N tartalmát, valamint az ureáz enzim aktivitását.

A vizsgálatok elemzése során statisztikai értékelést az SPSS 13.0 program segítségével készítettünk, kiszámoltuk a mérések átlagát, a szórást, valamint a szignifikancia értékét.

2005-2006-ban a Bactofil® A10, és a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tartalmú műtrágya különböző dózisainak mészlepedékes csernozjom, és humuszos homok talajokon történt alkalmazásának hatását a talaj vizsgált mikrobiológiai tulajdonságaira a mérési eredményeink alapján a következőkben összegeztük:

- Az összes-csíraszám esetében mindkét kezelés hatásosnak bizonyult, a mészlepedékes csernozjom talajon a nagyobb - szignifikáns – csíraszám változást a műtrágya kezelések okozták, humuszos homok talajon a Bactofil kezelések bizonyultak eredményesnek. A mikroszkopikus gombák száma mindkét kezelés hatására szintén növekedett, a nagyobb gombaszámot a két év átlagában a Bactofil kezelések eredményezték.
- A nitrifikáló baktériumok számát mészlepedékes csernozjom talajon mindkét kezelés nagy dózisa közel 2,5-szeresére növelte, humuszos homok talajon kismértékű – nem szignifikáns – növekedést csak a nagy dózisú Bactofil kezelés okozott. Az aerob cellulózbontó baktériumok mennyiségét mészlepedékes csernozjom talajon szignifikánsan növelte mind a nagyadagú műtrágya, mind a kisadagú Bactofil kezelés, azonban humuszos homok talaj esetében szignifikáns növekedést nem tapasztaltunk egyik kezelés hatására sem.
- A talajok szén-dioxid termelése összességében mindkét talajnál nőtt, bár szignifikáns változást egyik kezelés sem idézett elő. A nagyobb – a kontroll értékéhez képest nem szignifikáns - talajlégzést mindkét talajtípuson a Bactofil kezelések hatására láttunk.
- A mikrobiális biamassa-N szignifikánsan kiemelkedő értékeit a két év átlagában a nagyadagú Bactofil kezelések okozták, azonban a mészlepedékes csernozjom talaj esetében a nagyadagú műtrágya kezelés is jelentősen – szignifikánsan – növelte értékét.
- Az ureáz aktivitását mészlepedékes csernozjom talajon a nagyadagú műtrágya kezelés szignifikánsan növelte, míg a Bactofil kezelések szignifikánsan csökkentették. Humuszos homok talaj esetében – eltekintve a nagyadagú műtrágya kezeléstől – az ureáz aktivitása szintén csökkent.

2007-ben, a 2,5-szeres dózissal beállított tenyészedényes kísérlet kiegészült egy magas szervesanyag tartalmú komposzt kijuttatásával, mely kezelések eredményeit az alábbiakban összegezzük:

- Az összes-csíraszám esetében mészlepedékes csernozjom talajon mindhárom kezelés szignifikáns csíraszám növekedést eredményezett, de a legmagasabb értékeket a Bactofil kezelés hatására mértük. Humuszos homok talajon a Bactofil kezelés mellett a műtrágya is szignifikáns növekedést idézett elő. Az összes-gombaszám legmagasabb értékeit humuszos homok talajon a Bactofil kezelés eredményezte, mészlepedékes csernozjom talajon a komposzt kezelés is szignifikánsan növelte számukat.
- A nitrifikáló baktériumok számát – szignifikánsan – mindkét talajtípuson a Bactofil és komposzt kezelések növelték. A cellulózbontó baktériumok mennyiségi előfordulását mészlepedékes csernozjom talajon a komposzt kezelés szignifikánsan növelte, humuszos homok talajon azonban hatására a növekedés nem bizonyult szignifikánsnak. Számukat humuszos homok talajon a Bactofil kezelés növelte szignifikánsan.
- Mészlepedékes csernozjom talajon mindhárom kezelés szignifikánsan növelte a CO_2 -termelést, mindkét talajtípusnál legnagyobb mértékben a komposzt kezelések növelték a talajlégzést.
- A talaj biamassa-N tartalmát mindkét talajtípuson a komposzt kezelések növelték szignifikánsan, humuszos homok talajon azonban a Bactofil kezelés is szignifikáns növekedést idézett elő.
- Az ureáz enzim aktivitását a műtrágya kezelések mindkét talajtípuson szignifikánsan növelték. Mészlepedékes csernozjom talajon a Bactofil kezelés kismértékű – nem szignifikáns – enzimaktivitás csökkenést eredményezett. A humuszos homok talajon a Bactofil hatására szintén kismértékű csökkenést tapasztaltunk, míg a komposzt kezelés – nem szignifikánsan – növelte az ureáz aktivitását.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy mindhárom kezelés hatásosnak bizonyult a vizsgált néhány talajmikrobiológiai paraméter alakulását illetően. Mind a mészlepedékes csernozjom, mind a humuszos homok talaj esetében a bio-trágyaként alkalmazott Bactofil, valamint a magas szervesanyag tartalmú komposzt hatásában kifejezettennek bizonyult néhány vizsgált mikrobiológiai paraméter esetében, mint a műtrágya hatása.

Kulcsszavak: Bactofil® A10, műtrágya, komposzt, talajmikrobiológiai folyamatok

The impact of different fertilization methods on some microbiological soil characteristics

Magdolna Tállai – Zsolt Sándor – Imre Vágó – János Kátai
University of Debrecen Centre of Agricultural Sciences,
Faculty of Agriculture
Department of Agrochemistry and Soil Science, Debrecen
tallaim@agr.unideb.hu

SUMMARY

In our experiment, we studied the impact of an organic fertilizer, Bactofil® A10 (half- and full dosage applied in field practice) and an artificial fertilizer of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ content in different dosages (20-40 mg kg^{-1}) – in addition to control treatments – on two different soils (calcareous chernozem, humus sandy soil) in 2005-2006, the experiment was complemented with treatments applying 250% dosage (100 mg kg^{-1} N, Bactofil® A10 2.5 times the field dosage) and a compost from urban sewage (25 g kg^{-1} compost) was also tested on these two soil types. In the experiment, several soil microbial parameters were studied. The experiment was set up at the Department of Agrochemistry and Soil Science using 1-kg pots.

Our laboratory experiments were performed at the soil microbiology laboratory of UD CAS Department of Agrochemistry and Soil Science, the total number of bacteria, microscopic fungi, nitrifying and aerob cellulose-decomposing bacteria were determined together with the CO_2 -production of soil, N content of the biomass and urease enzyme activity.

Statistical analysis of the data was done using the program SPSS 13.0, means of the measurements, deviation and significance values were calculated.

In 2005-2006, the effect of the different dosages of Bactofil® A10, and the $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fertilizer on the examined microbial parameters of calcareous chernozem and humus sandy soils can be summarized as follows:

- Concerning the total number of bacteria, both treatments were effective on calcareous chernozem soil, the higher (significant) increment in bacteria number was observed in the artificial fertilizer treatments, while in the humus sandy soil Bactofil treatments had a beneficial effect. The number of microscopic fungi also increased in both treatments, higher numbers were observed in the average of two years in the Bactofil treatments.
- The number of nitrifying bacteria was 2.5 times higher in both high-dosage treatments on calcareous chernozem soil, while on humus sandy soil a slight (not significant) increment was observed only in the high-dosage Bactofil treatment. The amount of aerob cellulose-decomposing bacteria significantly increased on calcareous chernozem soil in both the high-dosage artificial fertilizer and the small-dosage Bactofil treatment, however, on humus sandy soil no significant increase was observed in either treatment.
- The CO_2 - production increased in both soil types, although it was not significant in either treatment. A higher (though not significant) soil respiration was observed in the Bactofil treatments in both soil types.
- The microbial biomass N values were significantly higher in the high-dosage Bactofil treatments, however, the high-dosage artificial fertilizer treatment also increased these values significantly on calcareous chernozem soil.
- On calcareous chernozem soil, urease activity was significantly increased and reduced by high-dosage artificial fertilizer treatments and Bactofil treatments, respectively. On humus sandy soil, urease activity was also reduced except for the high-dosage artificial fertilizer treatment.

In 2007, the pot experiment with 250% dosages was complemented with the application of a compost rich in organic matter, the results of these treatments are summarized as follows:

- In the case of the total number of bacteria, all three treatments resulted in a significant increase on calcareous chernozem soil with the highest values in the Bactofil treatment. The Bactofil treatment was the most effective on the humus sandy soil, but the artificial fertilizer treatment also resulted in a significant increment. In the case of the total number of fungi, Bactofil treatments resulted in the highest values on both soils, but the compost treatment also increased the number of fungi in calcareous chernozem significantly.
- The number of nitrifying bacteria was increased most (significantly) by the Bactofil and compost treatments on both soil types. The amount of cellulose-decomposing bacteria was significantly increased by the compost treatment on calcareous chernozem soil, while its effect was not significant on humus sandy soil. The number of these bacteria was increased significantly by the Bactofil treatment on humus sandy soil.
- On calcareous chernozem soil, all three treatments significantly increased CO_2 - production, while the compost treatments had the resulted in the largest increment in soil respiration on both soil types.
- The soil biomass N content was significantly increased in both soils by the compost treatment, while in the case of the humus sandy soil, the Bactofil treatment also resulted in a significant increment.
- Urease enzyme activity was significantly increased by the artificial fertilizer treatment on both soils. In calcareous chernozem soil, the Bactofil treatment resulted in a slight (not significant) reduction in enzyme activity. In humus sandy soil, the Bactofil treatment also resulted in a slight reduction, while the compost treatment increased (though not significantly) the urease activity.

Based on our results, it can be stated that all three treatments were effective with respect to the studied soil microbial parameters. For both the calcareous chernozem and the humus sandy soil, the organic fertilizer Bactofil and the compost with high organic matter content had a stronger effect on some soil microbial parameters than that of the artificial fertilizer.

Keywords: Bactofil® A10, artificial fertilizer, compost, soil microbiological processes

BEVEZETÉS

A talaj termékenységét a természeti tényezőkön kívül az emberi tevékenység során alkalmazott agrotechnikai műveletek összessége határozza meg. Talajműveléssel, szerves-, és műtrágyázással, meliorációval, növényvédő-, és gyomirtó szerek, valamint egyéb kemikáliák alkalmazásával a talaj termékenység fokozására törekszünk. Különösen kiemelkedő szerepe van napjainkban a helyes tápanyag-utánpótlás megválasztásának, mellyel a fenntarthatóság követelményeinek is meg kell felelnünk, vagyis a környezetünk megóvására is nagy hangsúlyt

kell fektetnünk. A fenntartható fejlődés egyik alappillére ma Magyarországon, hogy a legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészleteinket ésszerűen hasznosítsuk, védjük, állagát megőrizzük, és sokoldalú funkcióképességét fenntartsuk (Várallyay, 2005).

A tápanyagutánpótlás egyik legrégebbi formája a szerves trágyázás, amely nagy hatást gyakorol a talaj tápanyagtökéjére, valamint mikrobiális aktivitására. Klimanek (1982) kísérletei nyomán arra a következtetésre jutott, hogy a szerves trágyázás növeli az összes baktériumszámot, Pokorna-Kozová et al. (1977) szerint fokozza a cellulózbontást, melyet a komplex talajélet fokozódásnak tulajdonított. Losakov et al. (1986), és Bolton et al. (1985) azt tapasztalták, hogy a szerves trágyázás két-háromszorosára növelte a talaj szerves anyagait használó baktériumok számát, valamint jelentősen fokozta több enzim működését is. Szerves anyag utánpótlásként használt növényi maradványok, illetve az istállótrágya kedvező hatást gyakorolt leromlott talajokban a cellulózbontó mikroorganizmusok számára, a talaj biológiai aktivitására, s ezen keresztül a terméseredményre (Kobus et al. 1987). Müller, (1991) vizsgálatai alapján a szerves trágyázás kedvező hatása a különböző fiziológiai csoportokhoz tartozó mikroorganizmusokra nem kizárólag az alkalmazás évében érvényesül, hanem utóhatása is volt.

Idővel azonban a szerves trágyázást kiegészítették (néhol felváltották) a műtrágyák alkalmazása, melynek előnyeit, és később már hátrányait is leírták. Kátai (1992) szerint a talajtermékenység fenntartását és növelését szolgáló tápanyag utánpótlásnak két alapvető formája van: az ásványi és szerves trágyázás. A műtrágyázás célja, hogy javítsa a növények tápelem ellátását, emelje a terméshozamokat. Ugyanakkor a műtrágyák megváltoztatják a talaj fizikai és agrokémiai tulajdonságait. Müller, (1991) szerint a műtrágyázás hatása elsősorban közvetett módon érvényesül a talajban élő élőlények mennyiségi alakulására. Szerinte az ásványi tápanyaggal kezelt területeken növekedtek a hozamok, valamint a taló és gyökérmaradványok. Ez kedvezően befolyásolta a humuszanyagok szintézisét. Egyes esetekben kismértékű mikrobaszám növekedést figyelt meg. Ugyanakkor Tóth (1987) laboratóriumi modellkísérletben nitrogén műtrágya hatását figyelte, és megállapította, hogy a kataláz és szacharáz aktivitása csökkent a kezelések hatására Ramann-féle barna erdőtalajon. Továbbá számos kutatás igazolta, hogy a műtrágyák szakszerűtlen használata a talajban kiegyensúlyozatlan tápelemarányok kialakulásához vezet, fokozza a talaj savanyodását, növeli a talajoldat nitrátkoncentrációját, valamint a felszíni természetes vizek eutrofizációjához vezet (Loch, 2000).

Az integrált növénytermesztés keretein belül számos olyan lehetőség kínálkozik, amely során nem mesterséges, hanem természetes anyagokkal segíthetjük a talajok termékenységének helyreállítását. A tápanyag utánpótlás egyik útkeresése és egyre inkább terjedőben lévő formája a bio-készítmények, a baktériumkészítmények felhasználása (Kerpely, 1996; Bíró, 1992., 2006). A bio-készítményekkel a környezetterhelés csökkenthető, egyúttal a növénytermesztők kedvezően befolyásolhatják a talaj termékenységét, hozzájárulhatnak a talajok természetes mikroba közösségének aktivizálásához.

Tenyészedényes kísérlet keretében vizsgáltuk a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ adagolás, valamint egy új baktérium készítmény, a Bactofil® A10 és egy szennyvíziszap alapú komposzt hatását két különböző talajtípus (mészlepedékes csernozjom, humuszos homok) néhány mikrobiológiai jellemzőjére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérlet beállítására a DE MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék Tenyészházában került sor 2005-2006-ban, valamint 2007-ben, két talajtípuson, mészlepedékes csernozjom ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ 6,94), és humuszos homok ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ 5,55) talajokon. Minden edénybe egy kg talaj került, a kísérletet három ismétlésben állítottuk be. A talajok nedvességtartalmát a maximális vízkapacitás 70%-ára állítottuk be, majd naponta állandó tömegre öntöztük. Minden évben két mintavétel történt a tenyészidőszakban, az első a beállítást követő negyedik hétben, a második a nyolcadik hétben. A három ismétlés edényeiből mindkét mintavételezés alkalmával laboratóriumban alapos homogenizálás után végeztük a vizsgálatokat a DE AMTC MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék talajmikrobiológiai laboratóriumában.

2005-ben és 2006-ban hasonló kezeléseket állítottunk be minkét talajon. A talajok alapkezelésként 40 mg P_2O_5 -t és 40 mg K_2O -t kaptak kálium-dihidrogén-foszfát és kálium-szulfát közös oldata formájában. A nitrogént $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ oldat formájában adtuk a talajhoz, míg a baktériumot koncentrált preparátum több lépcsős hígítása után, oldatként juttattuk a talajhoz (1/2 adag Bactofil A10: min. $2,15 \times 10^5$ baktérium kg^{-1} ; teljes adag Bactofil A10: min. $4,30 \times 10^5$ baktérium kg^{-1}).

A 2007-ben beállított tenyészedényes kísérlet – az előző két év eredményeire való tekintettel – emelt dózisokkal került beállításra, így már alapkezelésként 100 mg P_2O_5 -t és 100 mg K_2O -t kapott, kálium-dihidrogén-foszfát és kálium-szulfát közös oldata formájában. A nitrogént $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ formájában, a baktériumot oldatként (2,5 adag Bactofil A10: min. $10,75 \times 10^5$ baktérium kg^{-1}) juttattuk a talajhoz. A kezelések ez évben kiegészültek egy kommunális szennyvíziszap alapú (összetevőit tekintve: kommunális iszap 45%; 52,5% adalékanyag-lombhulladék, növényi apríték; 2,5% oltóanyag), magas humusztartalmú komposzt kijuttatásával, melynek dózisa edényenként a szántóföldi felhasználás emelt, két és félszeres mennyisége volt. A differenciált kezeléseket az 1. táblázat tartalmazza.

A kísérletben alkalmazott kezelések alakulása 2005-2007-ben

Talajtípus			
	Mészlepedékes csernozjom		Humuszos homok
2005-2006.			
Kezelések sorszáma		Kezelések sorszáma	
1.	Kontroll	1.	Kontroll
2.	20 mg kg ⁻¹ N	2.	20 mg kg ⁻¹ N
3.	40 mg kg ⁻¹ N	3.	40 mg kg ⁻¹ N
4.	* BactofilA10	4.	* BactofilA10
5.	** BactofilA10	5.	** BactofilA10
2007.			
6.	Kontroll	6.	Kontroll
7.	100 mg kg ⁻¹ N	7.	100 mg kg ⁻¹ N
8.	*** BactofilA10	8.	***BactofilA10
9.	25 g kg ⁻¹ komposzt	9.	25 g kg ⁻¹ komposzt

* A szántóföldi felhasználás félszeres mennyisége

** A szántóföldi felhasználás egyszeres mennyisége

*** A szántóföldi felhasználás két és félszeres mennyisége

Table 1: Treatments applied in the experiment 2005-2007

1: soil type, 2: calcareous chernozem, 3: humus sandy, 4: number of treatments, 5: control, * half of field dosage, ** field dosage,

*** 2.5 times the field dosage

Vizsgálataink célja volt, hogy tanulmányozzuk, miként hatottak a különböző kezelések a két talajtípuson a talajok néhány általunk vizsgált mikrobiológiai paraméterére, miként befolyásolták a talajban az

- összes csíraszám – és mikroszkopikus gombák mennyiségi előfordulását, a
- nitrifikáló és cellulózbontó baktériumok mennyiségi változását, a
- talaj CO₂ – temelését,
- biomasza-N tartalmát, valamint az
- ureáz enzim aktivitását.

Az összes csíraszámot (húsleves-agaron) és a mikroszkopikus gombák mennyiségét (pepton glükóz – agaron) talaj-vizes szuszpenzióból lemezöntéssel határoztuk meg (Szegi, 1979). A nitrifikáló, valamint a cellulózbontó baktériumok számát Pochon et al., (1962) szerinti legvalószínűbb csíraszám módszerével állapítottuk meg. A talaj mikrobiológiai aktivitásának szempontjából mértük továbbá a talajok szén-dioxid-termelését Witkamp (1966. cit. Szegi, 1979) módszere alapján, meghatároztuk a talaj biomasza-N termelését kloroform fumigációs-inkubációs eljárással (Jenkinson et al., 1976), valamint az ureáz enzim aktivitását (Kempers cit. Filep., 1995).

A statisztikai értékelést SPSS 13.0 program segítségével végeztük, kiszámoltuk a mérések átlagát, a szórást, illetve szignifikancia vizsgálatot végeztünk.

EREDMÉNYEK

A kezelések hatását a vizsgált talajtulajdonságokra a 2005-2006-os év átlagértékei alapján, illetve a 2007-es év két mintavételének átlagértéke alapján mutatjuk be.

A 2005-2006-os év átlagértékei (2. táblázat) alapján megállapítható, hogy az **összes-csíraszám** mindkét talajtípuson növekedett a kezelések hatására. A mészlepedékes csernozjom talajon a műtrágyázás szignifikánsan növelte az összes-csíraszámot, valamint a Bactofil kezelés hatására kis mértékű növekedést tapasztaltunk, míg humuszos homok talajon a Bactofil kezelések szignifikánsan növelték az összes-csíraszámot.

A **mikroszkopikus gombák** száma mindkét kezelés hatására növekedett. A nagyobb gombaszámot a két év átlagában a Bactofil kezelések eredményezték. Mészlepedékes csernozjom talajon a nagy dózisok szignifikáns gombaszám emelkedést okoztak mindkét kezelés esetében. Humuszos homok talajnál szintén mindkét kezelés eredményesnek bizonyult, nagyobb – szignifikáns – gombaszámot a Bactofil kezelések idéztek elő.

A **nitrifikáló baktériumok** vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a mészlepedékes csernozjom talajnál a nagyadagú műtrágya és Bactofil hatására az értékek közel 2,5x-ére növekedtek. A humuszos homok talajnál a kontrollhoz képest kis mértékű - nem szignifikáns - növekedést csak a nagyadagú Bactofil kezelések okoztak.

A **cellulózbontó baktériumok** számát a mészlepedékes csernozjom talajon szignifikánsan növelte mind a nagyadagú műtrágya, mind a kisadagú Bactofil kezelés, megállapítható, hogy mindegyik kezelés serkentően befolyásolta a baktériumok számát.

A talajok **szén-dioxid termelése** összességében mindkét talajnál nőtt, bár szignifikáns változást egyik kezelés sem okozott. A nagyobb talajlégzést a Bactofil kezelések eredményezték. A mészlepedékes csernozjom és a humuszos homok talajlégzése közel azonos volt a két év során.

A **mikrobiális biomassza-N** kiemelkedő - szignifikáns - értékeit a két év átlagában a nagyadagú Bactofil kezelések hatására mértük. A mészlepedékes csernozjom talaj esetében a nagyadagú műtrágya kezelések is jelentősen – szignifikánsan - növelték a biomassza – N értéket.

Az **ureáz** aktivitását a műtrágya kezelések a mészlepedékes csernozjom talajon növelték, a nagyadagú műtrágya szignifikánsan növelte az ureáz aktivitását, ellentétben a Bactofil kezelésekkel, melyeknél szignifikáns csökkenést tapasztaltunk. Hasonló tendenciát figyeltünk meg a humuszos homok talaj esetében is, melynél - eltekintve a nagyadagú műtrágya kezeléstől - az ureáz aktivitása szintén szignifikánsan csökkent.

2. táblázat

A kezelések hatása a talajok mikrobiológiai jellemzőire (2005-2006. évi átlag)

Talajtípus	Kezelések sorszáma	Összes-csíra (10^6 g^{-1} talaj)	Összes-gomba (10^3 g^{-1} talaj)	Nitrifikáló baktériumok (10^3 g^{-1} talaj)	Cellulóz-bontó Baktérium (10^3 g^{-1} talaj)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100g ⁻¹)	Biomassza-Nitrogén (μg g ⁻¹)	Ureáz (mg 100g ⁻¹)
Mészlepedékes csernozjom	1.	3,76	48,43	1,95	3,54	6,10	3,95	24,75
	2.	4,84	49,98	2,35	5,23	7,30	6,30	25,19
	3.	5,11	40,30	4,60	14,08	5,63	10,29	32,75
	4.	3,48	51,19	4,60	7,85	7,90	8,24	14,26
	5.	3,88	64,03	5,18	6,12	5,93	10,97	16,03
SzD _{5%}		0,57	6,03	1,06	3,63	3,37	4,84	6,42
Humuszos homok	1.	3,17	32,18	0,43	1,06	6,25	5,71	22,16
	2.	3,63	36,08	0,23	1,56	6,18	7,08	15,94
	3.	3,43	36,56	0,35	1,38	5,75	11,73	23,77
	4.	4,22	41,76	0,33	1,67	6,42	4,68	14,98
	5.	3,69	37,70	0,54	1,60	5,39	16,86	14,90
SzD _{5%}		0,50	2,87	0,17	0,68	3,32	6,08	5,77

Table 2: The effect of treatments on soil microbial parameters (average of 2005-2006)

1: soil type, 2: total number of bacteria, 3: total number of fungi, 4: nitrifying bacteria, 5: cellulose-decomposing bacteria, 6: CO₂ - production, 7: biomass nitrogen, 8: urease, 9: calcareous chernozem, 10: SD_{5%} 11: humus sandy soil

Összességében a 2005-2006-os eredményeket tekintve megállapítható, hogy mindkét kezelési mód hatásos a vizsgált néhány mikrobiológiai paramétert illetően, a kezelések több mikrobiológiai paraméterre is serkentően hatottak, de a kezelések hatásainak további értékeléséhez 2007-ben újabb kísérlet beállítására került sor, emelt dózisokkal, kiegészítve egy szennyvíziszap alapú komposzt kijuttatásával.

2007-ben a kísérletet két és félszeres dózisokkal állítottuk be, mely megmutatkozik mind az összes-csíraszám, mind a mikroszkopikus gombák számának alakulásában, hiszen a 2005-2006-os értékekhez képest mindkét paraméternél magasabb értékeket mértünk, eltekintve a humuszos homokon mért mikroszkopikus gombaszámtól.

Az **összes-csíraszám** (1.ábra) a két mintavétel átlagában a 2007-es eredményeket tekintve a mészlepedékes csernozjom talajon $5,30-7,95 \cdot 10^6 \cdot \text{g}^{-1}$ között változott. A kontroll értékeihez mérten mind a műtrágya, mind a Bactofil, mind a komposzt kezelés szignifikáns baktériumszám növekedést eredményezett, a legmagasabb csíraszámot azonban a mészlepedékes csernozjom talajon a Bactofil kezelés okozta. A humuszos homok talaj esetében is hasonló értékeket határoztunk meg, számuk $5,22$ és $6,00 \cdot 10^6 \text{ g}^{-1}$ között változott, és szintén a Bactofil kezelés hatására mértük a legmagasabb csíraszámot, de mind a műtrágya, mind a Bactofil kezelés szignifikánsan növelte értékeit. A komposzt alkalmazásával is növekedést tapasztaltunk, de az nem bizonyult szignifikánsnak.

1.ábra: Kezelések hatása az összes-csíraszám alakulására mészlepedékes csernozjom és humuszos homok talajon (2007. évi átlagok)

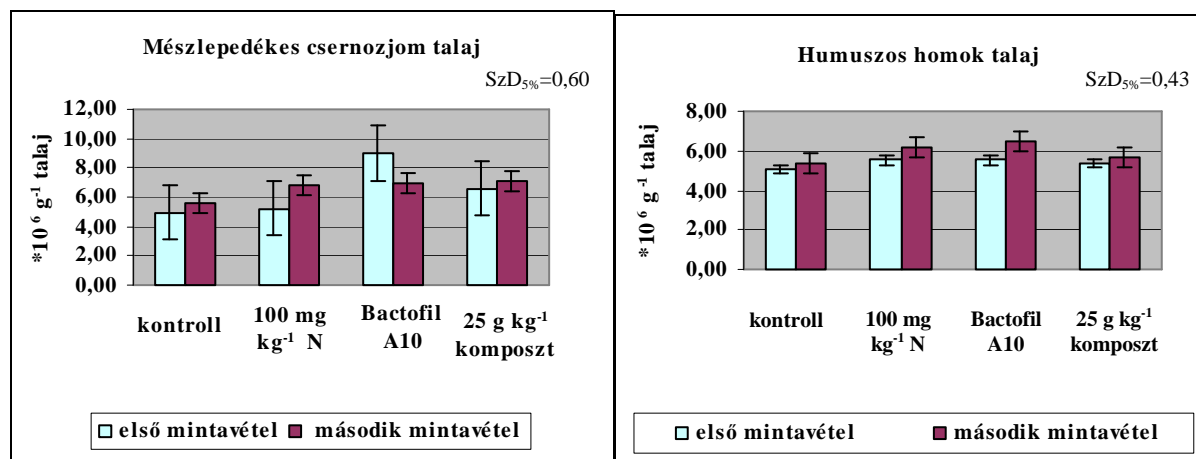


Figure 1: The effect of treatments on the total number of bacteria on calcareous chernozem and humus sandy soils (average of 2007)
1: calcareous chernozem, 2: humus sandy soil, 3: 10⁶ g⁻¹ soil, 4: control, 5: 25 g kg⁻¹ compost, 6: first sampling, 7: second sampling

Az **összes-gombaszám** (2. táblázat) esetében mind a mészlepedékes csernozjom talajon, mind a humuszos homok talajon növekedést tapasztaltunk a kontroll értékeihez viszonyítva. Mészlepedékes csernozjom talajon értéke 40,33-88,67*10³ g⁻¹ között változott, és szignifikánsan növelte értékét mind a Bactofil, mind a komposzt kezelés. A humuszos homok talajon a mikroszkopikus gombaszám 22,00-32,17*10³ g⁻¹ között változott, hatásosabbnak a Bactofil kezelés bizonyult, ahol magasabb gombaszámot mértük.

3.táblázat:

Kezelések hatása az összes-gombaszám alakulására, a cellulózbontó baktériumok mennyiségi előfordulására, a talajok CO₂-termelésére mészlepedékes csernozjom és humuszos homok talajon (2007. évi átlagok)

Talajtípus	Kezelések sorszáma	Összes-gomba (10³ g⁻¹ talaj)	Cellulózbontó Baktérium (10³ g⁻¹ talaj)	CO₂-termelés (CO₂ mg 100g⁻¹)
Mészlepedékes csernozjom	6.	40,33	3,35	4,40
	7.	45,50	4,35	6,98
	8.	65,67	10,35	6,25
	9.	88,67	14,90	8,18
	SxD5%	6,03	10,62	1,11
Humuszos homok	6.	22,00	2,85	4,10
	7.	27,50	2,15	4,48
	8.	32,17	5,35	5,90
	9.	29,50	4,80	5,95
	SxD5%	2,90	2,14	1,11

Table 3: The effect of treatments on total number of fungi, the amount of cellulose-decomposing bacteria, and CO₂ – production of soils on calcareous chernozem and humus sandy soils (average of 2007)

1: soil type, 2: number of treatments, 3: total number of fungi, 4: cellulose-decomposing bacteria, 5: CO₂ – production of soils, 6: SD5%

Szintén a Bactofil, és a komposzt kezelés mutatkozott a hatékonynak a **nitrifikáló baktériumok** számát (3.ábra) illetően is, hiszen e két kezelés hatására szignifikánsan nőtt a baktériumszám mindkét talajtípus esetében. A legmagasabb értékeket mind a mészlepedékes csernozjom talajon, mind a humuszos homok talajon a komposzt kezelések esetében mértük.

3. ábra: Kezelések hatása a nitrifikáló baktériumok számának alakulására mészlepedékes csernozjom és humuszos homok talajon (2007. évi átlagok)

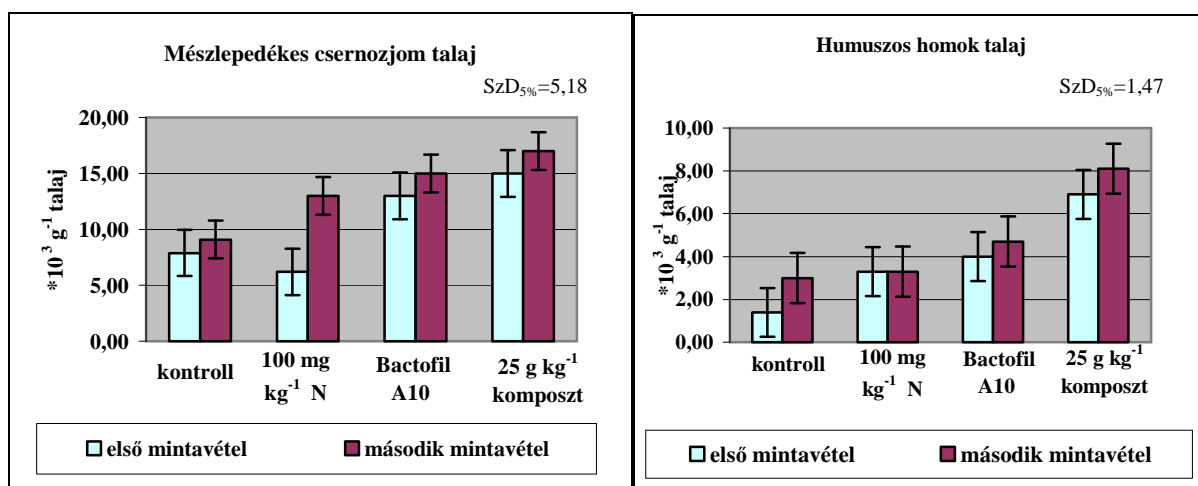


Figure 3: The effect of treatments on the number of nitrifying bacteria on calcareous chernozem soil and humus sandy soils (average of 2007)

1: calcaerous chernozem, 2: humus sandy soil, 3: 10³ g⁻¹ soil, 4: control, 5: 25 g kg⁻¹ compost, 6: first sampling, 7: second sampling

Az **aerob cellulózbontó baktériumok** száma (2. táblázat) mészlepedékes csernozjom talajon 3,35 és 14,90 *10³ g⁻¹ között változott, értéke mindhárom kezelés hatására nőtt. A legmagasabb - szignifikáns - értéket a komposzt kezelés hatására mértük. A humuszos homok talajon a műtrágya kezelés csökkentette számukat (2,15 * 10³ * g⁻¹), de mind a Bactofil, mind a komposzt kezelés növelte értéküket, a Bactofil kezelés hatására a növekedés szignifikánsnak bizonyult. Az eredményekre tekintve megfigyelhető, hogy a 2005-2006-ban mért baktériumszám – kifejezetten a humuszos homok talajon – alacsonyabb volt, mint a 2007. évi értékek.

A talajlégzés – az előző évekhez hasonlóan - mindkét talajnál közel azonos értéket mutatott, megállapítottuk, hogy értéke mindkét talajtípusnál növekedett. Mészlepedékes csernozjom talajon a **CO₂ – képződés** (2.táblázat) 4,40 és 8,15 mg 100g⁻¹ között változott, mindhárom kezelés szignifikánsan növelte értékét, legnagyobb mértékben a komposzt kezelés. Hasonló volt a tendencia humuszos homok talajnál is, ahol értéke 4,10-5,95 mg 100g⁻¹ között változott, és a legmagasabb – szignifikáns - CO₂-termelés emelkedés szintén a komposzt kezelés hatására történt.

A **biomassza-N tartalom** (4. ábra) mészlepedékes csernozjom talajon - a Bactofil kezeléstől eltekintve - nőtt. A legmagasabb – szignifikáns - értéket itt a komposzt kezelés hatására kaptunk (49,8 µg g⁻¹). A humuszos homok talajnál értéke 23,78 és 32,93 µg g⁻¹ között volt, és a legmagasabb értéket úgyszintén a komposzt kezelés eredményezte, de már a Bactofil kezelés is szignifikáns növekedést okozott. Humuszos homok talajon a műtrágya kezelés – ha nem is szignifikánsan – de csökkentette a talaj biomassza-N tartalmát. A biomassza-N értékei is a 2007-ben végzett vizsgálatok alkalmával szintén nagyobbak bizonyultak.

4. ábra: Kezelések hatása a mészlepedékes csernozjom és humuszos homok talaj biomassza-N tartalmának változására (2007. évi átlag)

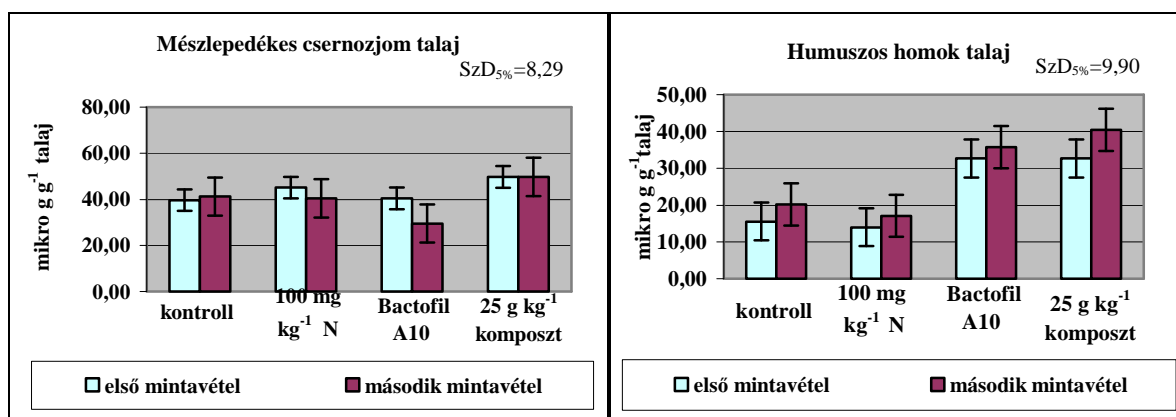


Figure 4: The effect of treatments on the N content of soil biomass on calcareous chernozem soil and humus sandy soils (average of 2007)

1: calcaerous chernozem, 2: humus sandy soil, 3: micro g g⁻¹ soil, 4: control, 5: 25 g kg⁻¹ compost, 6: first sampling, 7: second sampling

Az **ureáz enzim aktivitását** (5. ábra) tekintve mindkét talajtípuson a műtrágya kezelések szignifikánsan növelték az enzimaktivitást. Mészlepedékes csernozjom talajon a Bactofil kezelések kismértékű – nem szignifikáns – enzimaktivitás csökkenést eredményeztek, míg a komposzt kezelések hatására szignifikáns

növekedést mutattunk ki. A humuszos homok talajon a Bactofil kezelések hatására szintén kismértékű csökkenést tapasztaltunk, míg a komposzt kezelés - bár nem szignifikánsan - növelte az ureáz aktivitását.

5. ábra: Kezelések hatása mészlepedékes csernozjom és humuszos homok talajon az ureáz enzim aktivitásának változására (2007. évi átlag)

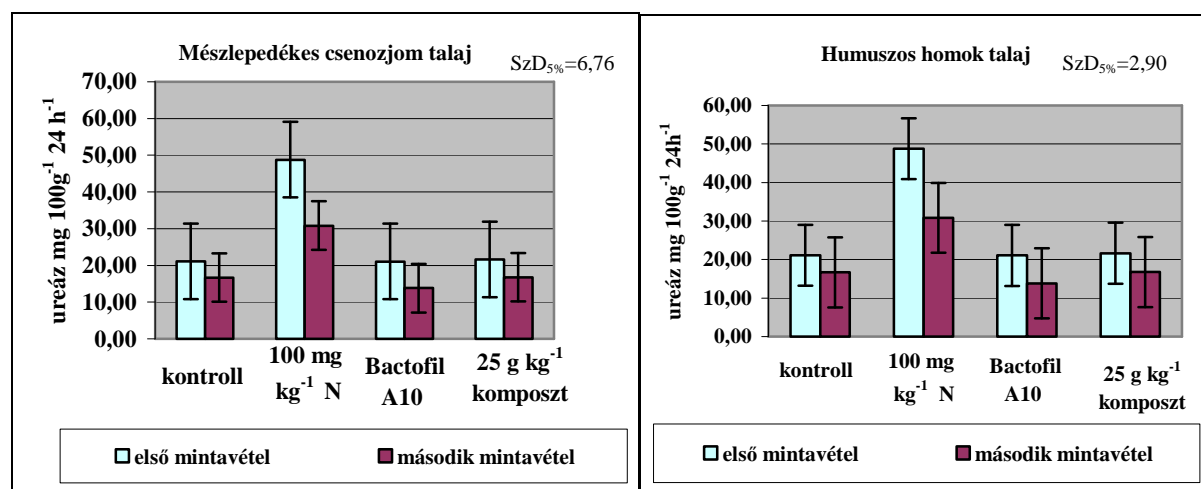


Figure 5: The effect of treatments on urease enzyme activity on calcareous chernozem soil and humus sandy soils (average of 2007)
1: calcaerous chernozem, 2: humus sandy soil, 3: urease mg 100g⁻¹ 24 h⁻¹, 4: control, 5: 25 g kg⁻¹ compost, 6: first sampling, 7: second sampling

A 2007. évi eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az általunk vizsgált néhány talajmikrobiológiai paraméterben a kezelések változást idéztek elő. Eredményeink azt igazolják, hogy mind a mészlepedékes csernozjom talajon, mind a humuszos homok talajon a bio-trágyaként alkalmazott Bactofil, illetve a magas szervesanyag tartalmú komposzt hatásában kifejezettebb. A három kezelés közül is - több mikrobiológiai paraméter esetében is (összes-gombaszám, cellulózbontó baktériumok száma mészlepedékes csernozjom talajon, a nitrifikáló baktériumok száma, a talaj CO₂-termelése, a talaj biomassza-N tartalma) - a komposzt kedvező talaj mikrobiológiai hatását bizonyítottuk.

IRODALOM

- Bíró B. (1992): Nitrogénköltő, növényi növekedést serkentő Azospirillum baktériumok. Agrokémia és Talajtan 41/1992 1-2. , 139-143. p.
- Bíró B. (2006): A környezeti állapot megőrzésének, indikálásának és helyreállításának mikrobiológiai eszközei a növény-talaj rendszerben. Akadémiai Doktori Értekezés Tézisei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Bp. 2-4, 21-22. p.
- Bolton, H. - Elliott, L. F. - Papendick, R. I. & Bezdicek, D. F. (1985): Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. Soil Biology and Biochemistry. 17/3., 297-302. p.
- Filep GY. (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen. 32-56., 93-96. 105-107. p.
- Jenkinson, D. S. - Powlson, D. S. (1976): The effect of biodical treatments on metabolism in soil. A method for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem. 27/8, 209-213. p.
- Kerpely K. (1896): Köztelek. 103-104: 1839-1842. p.
- Klimanek, E. M (1982): Einfluss vom Düngungsmassnahmen auf die biologische aktivitat des Bodens. 80 Jahre Statischer Versuch Lauchstadt, Berlin, Akad. Landw., DDR, 259-263. p.
- Kobus, J. - Kurek, E. - Czechowska, E. - Slomka, A. & Kulpa, D.(1987): Effect of organic fertilization on the biological activity of degraded loess Roczniki Gleboznawcze. 38/1. 133-14. p.
- Loch J. (2000): Agrokémia. DE Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen. 12-15 p.
- Losakov, V. G. - Emvec, V. T. - Nice, L. K. - Ivanova, SZ. F. & Rogova T. A. (1986): Biologicseszkaja aktivnoszt pocsvy v szpecinivnogo sziderata i szolomy v kacsesztve udobrenij. Moszkva. 4, 10-17. p.
- Müller G. (1991): Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. Agrokémia és Talajtan. 40/3-4, 263-272. p.
- Pochon, J. - Tardieux, P. (1962): Techniques D' Analyse en Micobiologie du Sol. Collection „Technivues de Base”. 102. p.
- Pokorna-Kozová, J. (1977): Vliv organickeho a mineralniho hnojani na mikrobialni a biochemike premeny v pude. Rostl. Vyr., Praha, 23/9., 911-924.p.
- Szegi J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 250-256. p.
- Tóth B. (1987): Soil respiration and activity of a few enzymes during decomposition of maize - stalk. Proc. Of the 9th Int. Symp. on Soil Biol. and Conserv. of the Biosphere, Vol. 1-. (ed SZEGI), Akad. Kiadó, Bp. 501-506. p.
- Várallyay Gy. (2005): A talajok jelentősége a 21. században. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 61-62 p.
- Witkamp, M. (1966): Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora and microbial respiration. Ecology, 47. 194-201. p.